

## STEAM-ОСВІТА ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕГРОВАНОГО ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО НАВЧАННЯ

© Матвійчук Ю.Ю., 2019

<https://orcid.org/0000-0002-8003-5259>

<http://doi.org/10.34142/2312-2471.2019.62.16>

Для кожної держави пріоритетною є потреба у підготовці висококваліфікованих фахівців, які здатні відповідати сучасним викликам світової спільноти. У зв'язку зі стрімким технологічним прогресом зростає і потреба в освічених та винахідливих професіоналах у сфері інформаційних технологій, нанотехнологій, біотехнологій та робототехніки. Зазначені сфери потребують від фахівців використання комплексних знань із таких освітніх галузей, як природничі науки, математика, інженерія, програмування та технології. STEAM-освіта – це загальноприйнята світова аббревіатура: природничі науки (Science), технології (Technology), технічна творчість (Engineering), мистецтво (Art) та математика (Mathematics). STEAM-освіта охоплює всі ці освітні напрями. У статті розглядаються актуальні питання необхідності реформування освітньої системи в Україні за рахунок інтеграції змісту освіти у контексті інноваційного STEAM-орієнтованого підходу. Проведено аналіз понять «інтеграція», «STEM-освіта» та «STEAM-освіта». Розглянуто законодавчу нормативно-правову базу щодо стану розвитку STEM-навчання у вітчизняній освіті. З'ясовано, що інтеграція, яка спрямована на формування нерозривно зв'язаної та єдиної системи знань, є провідним принципом STEAM-освіти. Встановлено значення міждисциплінарного і компетентнісного підходів, практико-орієнтованого навчання для організації науково-освітньої системи STEM. Акцентовано увагу на значенні STEAM-орієнтованого підходу до навчання для усунення розриву між теоретичними знаннями та їх практичним втіленням. Наведено приклад STEAM-проєкту «Ремонт класної кімнати» та проаналізовано його можливості для міждисциплінарного розвитку здобувача середньої освіти.

**Ключові слова:** інтеграція, STEAM-освіта, STEM-освіта, природничо-математичне навчання, STEAM-проєкт.

### *Matviichuk Yu. Steam Education as a Tool for Implementation of Integrated Natural and Mathematical Learning*

*The priority for each state is the need to train highly qualified specialists who are able to meet the modern challenges of the world community. Due to rapid technological progress the need for educated and inventive professionals in the field of information technology, nanotechnology, biotechnology and robotics is growing. These areas require professionals to use comprehensive knowledge in educational*

areas such as science, mathematics, engineering, programming and technology. STEAM is abbreviated as Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics. STEAM-education covers all these educational areas. The article considers topical issues of the need to reform the educational system in Ukraine by integrating the content of education in the context of innovative STEAM-oriented approach. The analysis of the concepts "integration", "STEM-education" and "STEAM-education" have been carried out. The legislative regulatory framework concerning the state of development of STEM-education in national education has been considered. It has been found that integration, which is aimed at forming an inextricably linked and unified system of knowledge, is the guiding principle of STEAM-education. The importance of interdisciplinary and competence approaches, practice-oriented learning for the organization of scientific and educational system STEM has been established. The emphasis has been placed on the importance of STEAM-oriented approach to learning to fill in the gap between theoretical knowledge and their practical implementation. An example of the STEAM-project "Classroom Renovation" has been given and its possibilities for interdisciplinary development of a secondary school student have been analyzed.

**Key words:** integration, STEAM-education, STEM-education, natural and mathematical learning, STEAM-project.

**Постановка проблеми.** Питання інтеграції змісту освіти у вітчизняних загальноосвітніх навчальних закладах є однією з основних педагогічних проблем, пов'язаних з соціальними запитами до здобувачів освіти, обумовленими глобалізацією та орієнтацією на діяльнісну і ціннісну парадигму суспільства.

Відповідно до Статті 12 Закону України «Про освіту» метою сучасної повної загальної середньої освіти є формування конкурентоспроможного, всебічно інтелектуально розвиненого громадянина, який володіє цілісним уявленням про світ та розуміє зв'язки між явищами та процесами, на які він спирається.

У зв'язку з цим, перед здобувачем освіти постає завдання не просто набути певну суму знань з навчальних предметів, а сформуванню вміння нестандартно мислити у незнайомих ситуаціях і спрямовувати здобуті знання та вміння на розв'язання життєвих проблем.

Згідно результатів міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018, 36% українських учнів не досягли базового рівня математичної грамотності та 26,4% – природничо-наукової. У порівнянні з країнами ОЕСР, показники України гірші на 12,1% та 5,4% відповідно [5, с. 249]. Тобто, кожен третій учасник дослідження мав проблеми з використанням простих алгоритмів виконання завдань, не говорячи про розв'язування задач прикладного характеру та нестандартні ситуації.

Результати PISA підтвердили необхідність реформування загальної середньої освіти на державному рівні для забезпечення формування навичок системного математичного мислення та посилення їх практичного

спрямування. Зазначене вимагає від суспільства і держави здійснення підтримки останніх тенденцій світового досвіду та активного дослідження й аналізу закордонних інновацій з метою подальшого їх впровадження.

У контексті сказаного, актуальним є розвиток школярів у науково-технічному напрямі, зокрема, орієнтуючись на STEM- та STEAM-освіти. Як відомо, STEAM-освіта – це загальноприйнята світова аббревіатура: природничі науки (Science), технології (Technology), технічна творчість (Engineering), мистецтво (Art) та математика (Mathematics).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Суперечності та перспективи STEAM-освіти у своїх дослідженнях розглядають О. Коршунова, С. Галата, Н. Морзе, О. Стрижак, О. Патрикєєва, І. Сліпухіна та інші. Питання аспектів реалізації STEM-освіти висвітлювали такі дослідники та педагоги-новатори, як В. Гайда, І. Савченко, М. Бойченко, І. Данильченко, О. Андреев, Н. Джелалія, С. Дембіцька, М. Джелалія, І. Стеценко, О. Янковська, О. Патрикєєва та інші. Дослідженням можливостей розвитку та мотивації здобувачів освіти до науково-дослідної діяльності у STEM-навчанні займалися С. Гальченко, Т. Андрущенко, Л. Глоба, К. Гуляєв, Н. Гончарова, Л. Ніколенко, Е. Клімова, В. Камишин, Р. Норчевський, Н. Поліхун, О. Лісовий, І. Сліпухіна, Є. Шаповалов, О. Стрижак, М. Попова, І. Чернецький та інші.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Однак, попри активне обговорення в академічній сфері, питання реалізації ідей інтегрованого природничо-математичного навчання у контексті STEAM-освіти є досить складним та потребує докладнішого вивчення.

**Формулювання мети.** Обмежені людські ресурси та безмежність інформації – це протиріччя освіти, яке зараз намагаються вирішити в академічній спільноті. Забезпечення комплексного міждисциплінарного підходу на основі інтеграції та взаємозв'язку навчальних предметів, як єдиного цілого є необхідною ланкою для якісної реалізації нових запитів та тенденцій суспільства. STEAM-освіта – новий напрям освіти, що потребує належної уваги.

Мета статті – розкрити широкий спектр можливостей для інтеграції природничо-математичної освіти під кутом практичного STEAM-орієнтованого підходу.

Досягнення мети дослідження буде реалізовуватись шляхом розв'язання таких завдань: визначення суті понять «інтеграція», «STEM-освіта», «STEAM-освіта»; дослідження мети та перспектив STEAM-освіти; розроблення проектного STEAM-завдання та аналіз його можливостей для міждисциплінарного розвитку дитини.

**Виклад основного матеріалу.** Як свідчить аналіз останніх публікацій, розширення та доповнення законодавчої нормативно-правової бази, розроблення концепцій, положень та ключових ідей, методичних рекомендацій щодо реформування загальної середньої школи та впровадження STEM-освіти у позашкільних і загальноосвітніх навчальних закладах України відбувається на державному рівні.

Упровадження STEM-освіти, як відомо, здійснюється відповідно до Законів України «Про освіту», «Про загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інноваційну діяльність». Також, на 2016-2018 роки було представлено план заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні, затверджений Міністерством освіти і науки України 05.05.2016 року. Відповідно до протоколу №7 від 16.05.2017 було створено робочу групу з питань поширення STEM-освіти.

Далі ухвалено наказ Міністерства освіти і науки України від 17.05.2017 № 708 «Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ Наукові записки Малої академії наук України, 2017 р., №10 12 STEM-центр)» на 2017-2021 роки».

За участі STEM-освіти ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», видавництва «Видавничий дім «Освіта», ДВНЗ «Університету менеджменту освіти» було створено дистанційний курс «Web-STEM-школа». Школа забезпечує розвиток професійної компетентності педагогічних працівників з питань STEM-освіти в Україні [7].

У загальному доступі представлений проект Концепції STEM-освіти в Україні, в якому показано мету й завдання STEM-освіти, її структуру та зміст, наголошується на необхідності підготовки вчителів до реалізації нових підходів [8].

Концепція реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа», яка схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 р. № 988 (Офіційний вісник України, 2017 р., № 1, ст. 22), також передбачає забезпечення міждисциплінарного інтегрованого підходу.

У зв'язку зі стрімким розвитком інформаційних технологій, біотехнологій, нанотехнологій та робототехніки, постає необхідність у підготовці спеціалістів, які спроможні використовувати власні комплексні знання для розвитку технологічного забезпечення держави. Здатність до критичного мислення, вміння розробляти та проводити експерименти, аналізувати отримані дані, обґрунтовувати висновки та вміння самостійного втілювати теоретичні знання в життєвих ситуаціях є фундаментальними для висококваліфікованого спеціаліста.

Забезпечення оптимальних умов для формування та розвитку зазначених компетентностей потребує комплексного підходу до вивчення природничо-математичних дисциплін. Адже, знання цих предметів на їх сучасному рівні покладено в основу створення і розвитку новітніх технологій різного рівня та спрямування: від техніки до соціально-економічних процесів.

Ізольованість викладання навчальних предметів та їх роз'єднаність не зможе забезпечити належний розвиток дитини у напрямку комплексної природничо-математичної освіти. Це призводить до зниження пізнавального

інтересу в учнів та ускладнює формування цілісних зв'язків між об'єктами, що вивчаються, заважає формуванню міжпредметної компетентності.

Тож, спрямування освітнього процесу на розвивально-продуктивний підхід без примусового накопичення знань, на забезпечення їх комплексності є необхідністю [6, с. 82] Інтеграція навчальних дисциплін відповідає даним критеріям та дозволяє перейти від репродуктивного відтворення ізольованих знань до продуктивного розумового та творчого розвитку дитини.

Під інтеграцією розуміють процес і результат цілеспрямованого об'єднання або злиття в одне ціле диференційованих структурних елементів змісту освіти, засобів, методів та організаційних форм навчання, що веде до виникнення нових якісних можливостей цієї цілісності, а також до змін властивостей самих елементів [9, с. 6]. Завдяки процесу інтеграції відновлюються, встановлюються, систематизуються та зміцнюються зв'язки між науковою інформацією та життєвими потребами. Зазначимо, що цей процес полягає не в простому поєднанні частин двох або більше предметів, а у формуванні нерозривно зв'язаної та єдиної інтегрованої системи.

Саме інтеграція є провідним принципом STEM-освіти. Інтеграція дозволяє здійснювати модернізацію змісту освіти, навчального матеріалу та методологічних засад організації STEM-навчання. STEM об'єднує дисципліни на базі міждисциплінарних практико-орієнтованих підходів для інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін в єдину навчальну парадигму, яка ґрунтується на ідеї практичного застосування знань. Такий підхід забезпечує комплексне навчання учнів для розв'язання соціальних, економічних і техніко-технологічних викликів XXI сторіччя [2].

У свою чергу, STEM-освіта, як окрема галузь дидактики, бере початок з 2009 року у США з програми «Educate to Innovate». В офіційних документах Департаменту освіти США, зазначається, що STEM – це «освіта для глобального лідерства», яка покликана формувати особливий «підхід до світу, критичний спосіб мислення, дослідження і взаємодію зі світом, який необхідний на шляху змін», бо успіх у сучасному світі визначається «не тільки тим, в чому ви обізнані, але й тим, що ви можете зробити, з тим, в чому ви обізнані» [3].

Акронім STEM був введений у 2001 році науковими адміністраторами в Національному науковому фонді США (NSF). Раніше організація використовувала аббревіатуру SMET для означення інтеграції знань та навичок в сферах кар'єри, в яких вони об'єднуються. Однак, помічник директора з освіти та людських ресурсів у NSF Джудіт Рамалі (біолог), замінила слова, щоб сформувану нову аббревіатуру. STEM розшифровується так: S – science (природничі науки), T – technology (технології), E – engineering (інженерія або технічну творчість), M – mathematics (математика) [1].

STEM-освіта – це сучасна науково-освітня система, яка базується на використанні трансдисциплінарного підходу до навчання. Ця система спрямована на розвиток особистості науковця через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і

життєвих цінностей. Курс на практичне застосування наукових, математичних, технічних та інженерних знань і вмінь для розв'язання практичних проблем забезпечує їх подальше використання у професійній діяльності [4].

До забезпечення всебічного розвитку дитини, рівномірного використання півкуль головного мозку, додається необхідність у розвитку творчих здібностей. Мистецтво (Art) забезпечує цю необхідність, що розширює вище згаданий акронім до STEAM.

STEAM-освіта – інтеграція дисциплін: природничі науки, технології, інженерія, мистецтво, математика – це креативний напрям, що окрім природничо-математичних, інженерних, технічних дисциплін включає творчі та художні дисципліни (промисловий дизайн, архітектура, індустриальна естетика тощо). Разом з тим? додавання літери “А” означає “All”, тобто всі навчальні дисципліни для забезпечення комплексного вивчення однієї дисципліни через іншу, і навпаки [8].

Дослідження показало, що метою STEAM-освіти є забезпечення цілеспрямованого створення зв'язків між навчальним процесом і викликами сучасного світу в аспекті розвитку природних здібностей учня. Рівень набутих навичок визначатиме успішну самореалізацію дитини як під час навчання, так і поза школою. В процесі навчання дитина не просто сприймає цікаві ідеї, але й відразу втілює їх у життя, навчається планувати свою діяльність, виходячи з поставленого завдання і наявних ресурсів [8].

Українська освіта зараз знаходиться на шляху інноваційного розвитку. Але, з урахуванням великої кількості концепцій, рекомендацій, методичних розробок, методологічних досліджень, центрів, які стосуються STEAM-освіти, не кожна школа зможе реалізувати всі вимоги до такого навчання. Матеріально-технічна база кабінетів у кількісному та якісному вимірах потребує оновлення.

Тому вчителям необхідно будувати навчально-виховний процес у відповідності до наявного матеріального забезпечення, використовувати інформаційні Online-середовища та власне бачення. Як приклад розглянемо розробку STEAM-проєкту, використання якої реальне в школах, що не мають модернізованих STEM-лабораторій. Проєктом може керувати вчитель математики звичайної школи з додатковою консультацією від вчителя трудового навчання.

#### **Проєкт: «Ремонт класної кімнати»**

**Для кого:** учні 6-11 класів.

**Кількість дітей в групі:** від 3 до 4 осіб.

**Дисципліни:** математика, інформатика, трудове навчання, образотворче мистецтво, екологія.

**Ціль:** організація творчого навчального середовища для залучення учнів до застосування набутих знань до поставленої життєвої ситуації.

**Реалізація наскрізних змістових ліній:** «Підприємливість і фінансова грамотність», «Громадянська відповідальність», «Екологічна безпека та сталий розвиток».

**Формулювання завдання для учнів.** Використовуючи надані характеристики обладнання, математично спланувати ремонт класної кімнати (підлога та стіни). Необхідно обрати оптимальні засоби, за яких проведені роботи будуть економічно-вигідними (найдешевшими). З урахуванням отриманих результатів, розробити 3D-модель та реальний макет класної кімнати (зберігати масштаб). Спроектувати кімнату так, щоб вона виглядала привабливою та зручною для навчання.

**Обладнання:** фарба + колорант (червоний, синій, зелений), шпалери, плитка, паркет, рулетка.

**Характеристики товарів для підлоги.**

*Плитка.* Формат: 42x42 см, ціна за штуку: 200 грн, упаковка: 8 штук.

*Паркет.* Формат: 2283x194 мм, ціна за штуку: 500 грн, упаковка: 6 штук.

**Характеристики товарів для стін.**

*Шпалери.* Довжина: 10,05 м, ширина: 53 см, ціна за рулон: 120 грн, маса рулону: 1,3 кг.

*Базова фарба.* Витрата фарби: 1 літр на 9 квадратних метрів, ціна за 10 літрів: 2000 грн, ціна за 1 літр: 250 грн. Колорант: 25 гривень за штуку.

**Додаткові умови.** Витрати на підготовку поверхонь, вставки та клейкі речовини не враховувати. Звертати увагу на кількість вікон та дверей у приміщенні.

**Додаткові завдання.** 1) Якщо використовувати фарби, то в яку кількість кольорів можна окрасити класну кімнату? 2) Якщо використовувати шпалери, то порахувати, яку кількість лісу буде вирубано? (Для виробництва 1т паперу потрібно близько 900 м<sup>2</sup> лісу).

**Коментар до розв'язання поставленого завдання.**

**Математична складова.** Це завдання дозволяє учням використовувати набуті знання з теми «Чотирикутники» для розв'язання наочної життєвої ситуації. Діти самостійно роблять заміри кімнати та її наповнення (вікна та двері), зіставляють власні виміри для характеристики отриманих геометричних фігур (прямокутник, квадрат). Згадують властивості цих фігур та формули, необхідні для знаходження їх площі. За допомогою формул, вираховують площу поверхні, що буде оброблятися. Тобто інтегрують геометричний матеріал з арифметичними і алгебраїчними – числові характеристики (довжина, ширина, об'єм, площа) геометричних фігур.

Учні узагальнюють свої знання про одиниці виміру довжини, об'єму, маси та площі і вміння переходити від одних одиниць до інших, оскільки ці знання і вміння необхідні під час вивчення предметів природничого циклу і в трудовому навчанні. Також, для побудови 3D-моделі та реального макету, згадують поняття масштаб та правила масштабування.

Математичні розрахунки допомагають учням набути навички практичного розуміння аспектів фінансових питань, а робота в групах готує їх до співпраці та виховує толерантність до чужих думок.

**Інформатика.** Навіть, якщо в школі немає новітнього устаткування з 3D-принтерами для планування та побудови макету, то мережа Інтернет є 100%. В

світовій павутині є велика кількість безкоштовних програм для 3D-планування дизайну інтер'єру. Наприклад, у роботі над проектом можна використати такі програми: SketchUp, IKEA Home Planner, Homestyler, Planoplan, PRO100, FloorPlan 3D та інші. Планування інтер'єру для дітей в електронному вигляді буде нагадувати гру, хоча вони будуть займатися копіткою працею.

Електронне планування дозволить проявити учням всю свою фантазію стосовно облаштування класної кімнати у ході групового обговорення. Вони мають змогу спланувати її зонування для більш комфортного навчання та відпочинку з дотриманням всіх санітарних вимог.

**Образотворче мистецтво.** Знання з цього предмету допоможуть надати відповідь на друге додаткове питання: «Якщо використовувати фарби, то в яку кількість кольорів можна окрасити класну кімнату?». Учні мають змогу згадати правила змішування кольорів (наприклад, як отримати бірюзовий та фіолетові кольори)

**Трудове навчання.** Під час виконання проекту, діти можуть втілювати знання технологій розробок макетів та моделей, добирати найбільш доцільні матеріали для використання. Діти не просто засвоюють необхідну послідовність дій та теоретичну інформацію про технології, а усвідомлюють кожен крок на практиці.

**Екологія.** Перше додаткове питання: «Якщо використовувати шпалери, то порахувати, яку кількість лісу буде вирубано? (Для виробництва 1т паперу потрібно близько 900 м<sup>2</sup> лісу)» порушує екологічну проблему збереження довкілля. Це питання змушує дітей замислитися про відповідальність перед природою. Математичні розрахунки витрачених ресурсів живої природи на одну класну кімнату сприяють усвідомленню масштабу вирубки лісів у глобальному сенсі та необхідності збирання та вторинної переробки макулатури.

**Висновки.** Таким чином, інтегрований підхід до навчання школярів у форматі STEAM-освіти усуває розрив між теоретичними знаннями та їх практичним втіленням. Практично-орієнтований спосіб отримання знань та навичок у контексті STEAM – проекту – це процес спільного творчого пошуку оптимальних рішень поставленого завдання.

**Перспективи подальших досліджень.** Подальші дослідження ефективних зарубіжних освітніх практик STEAM-освіти, їх адаптація до вітчизняних реалій забезпечать підвищення якості національної освіти. Важливо пам'ятати, що не можна фрагментарно запозичувати досвід та концепції інших країн без забезпечення належної підготовки педагогів та матеріально-технічного устаткування освітніх установ. Адже за швидкі та непродумані реформи заплатять цілі покоління дітей, а це досить висока ціна.

#### *Література*

1. Judith Hallinen. STEM education curriculum URL: <https://www.britannica.com/topic/STEM-education> (дата звернення: 23.11.2019)
2. Teaching STEM URL: <https://teach.com/what/teachers-know/stem-education> (дата звернення: 15.12.2019)



3. U. S. Department of Education. Science, Technology, Engineering, and Math, including Computer Science URL:<https://www.ed.gov/stem> (дата звернення: 01.11.2019)
4. Інститут модернізації змісту освіти. Глосарій URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/glosariy> (дата звернення: 22.11.2019)
5. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018 / М. Мазорчук, Т. Вакуленко, В. Терещенко, [та ін.] // Український центр оцінювання якості освіти. Київ: УЦОЯО, 2019. 439с.
6. Нова українська школа: порадник для вчителя : навч.-метод. посіб. / за заг. ред. Н. М. Бібік. Київ: Літера ЛТД, 2018. 160 с.
7. План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 р.р. URL: <https://imzo.gov.ua/2016/11/10/planzahodiv-shhodo-vprovadzhennya-stem-osviti-v-ukrayini-na-2016-2018-roki> (дата звернення: 20.11.2019)
8. Проект концепції STEM-освіти в Україні. URL: [http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM\\_2017.pdf](http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf) (дата звернення: 05.12.2019)
9. Сінопальнікова Н.М. Педагогічні умови підготовки майбутніх учителів до застосування інтегрованих форм організації навчального процесу в початковій школі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : [спец.] 13.00.04 / Харків, 2010. 20 с.

#### ***References***

1. Judith Hallinen (2019) *STEM education curriculum* Retrieved from <https://www.britannica.com/topic/STEM-education>
2. Teaching STEM (2019) Retrieved from <https://teach.com/what/teachers-know/stem-education>
3. U. S. Department of Education (2019) Science, Technology, Engineering, and Math, including Computer Science Retrieved from URL:<https://www.ed.gov/stem>
4. Institute for Modernization of the Content of Education. Glossary (2019) Retrieved from <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/glosariy>
5. Mazorchuk M., Vakulenko T., Tereshchenko V. (2018) National report on the results of the international survey on the quality of education PISA-2018. Ukrainian Center for Educational Quality Assessment: Kiev
6. Bibik N. (Ed.) (2018) New Ukrainian school: a guide for teachers. Training manual, Litera LTD: Kiev
7. Action plan for the implementation of STEM education in Ukraine for 2016-2018 (2019) Retrieved from <https://imzo.gov.ua/2016/11/10/planzahodiv-shhodo-vprovadzhennya-stem-osviti-v-ukrayini-na-2016-2018-roki>
8. The project concept STEM-education in Ukraine (2019) Retrieved from [http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM\\_2017.pdf](http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf)
9. Sinopalnikova N. (2010) Pedagogical conditions for training future teachers for the use of integrated forms of organizing the educational process in primary school (Abstract of candidate's thesis). H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Kharkiv.